

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①⑪ N° de publication :

2 830 606

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national :

01 12859

⑤① Int Cl<sup>7</sup> : F 23 N 5/00, F 23 N 1/02, F 23 D 14/32, 14/60, 14/66,  
F 23 C 7/00, F 23 L 15/00, F 27 D 19/00

①⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 05.10.01.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 11.04.03 Bulletin 03/15.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME  
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCE-  
DES GEORGES CLAUDE — FR.

⑦② Inventeur(s) : DUGUE JACQUES, LEGIRET  
THIERRY, TSIABA REMI, ARNOUX STEPHANE et  
SAMANIEGO JEAN MICHEL.

⑦③ Titulaire(s) :

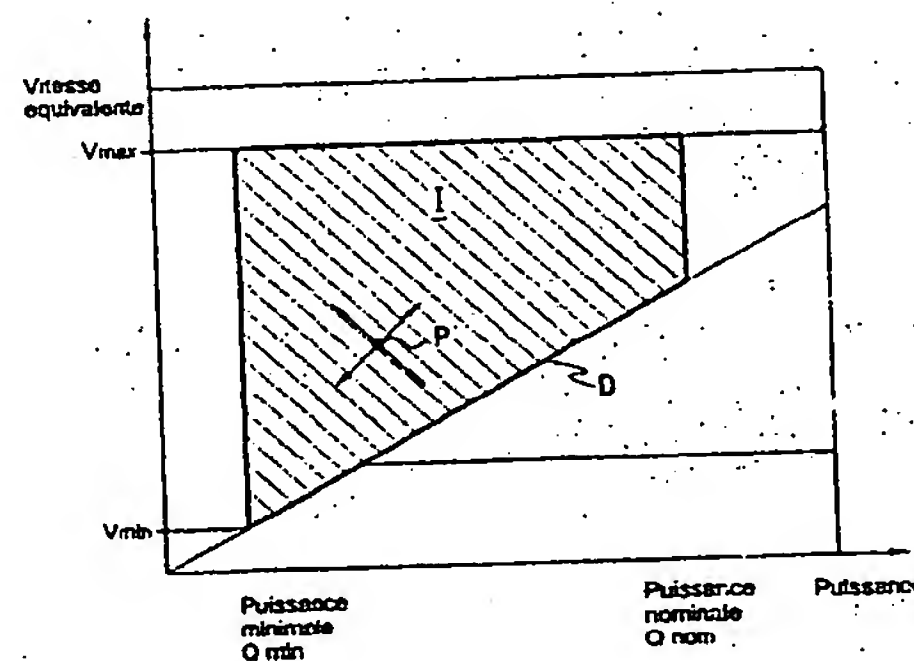
⑦④ Mandataire(s) :

⑤④ BRULEUR ADAPTABLE A DIFFERENTES PUISSANCES DE FONCTIONNEMENT.

⑤⑦ L'invention concerne un procédé de combustion, à  
l'aide d'un brûleur, mettant en oeuvre l'injection, à l'aide  
d'un injecteur d'oxydant, d'au moins un fluide oxydant, et  
l'injection, à l'aide d'un injecteur de combustible, d'au moins  
un fluide combustible, et dans lequel on fait varier la puis-  
sance et/ou la vitesse équivalente du brûleur de manière in-  
dépendante l'une de l'autre.

On peut par exemple faire varier la vitesse équivalente  
d'un fluide, par variation de sa masse volumique ou par va-  
riation de son débit global (tout en maintenant la même  
quantité ou la même débit massique d'oxygène et/ ou de  
combustible injecté).

L'invention s'applique notamment aux différentes pha-  
ses d'un cycle d'un procédé de fusion ou de réchauffage.



FR 2 830 606 - A1



Domaine technique et art antérieur

L'invention concerne un procédé de fonctionnement d'un brûleur, ou un procédé de combustion, à différentes puissances de fonctionnement.

L'invention concerne également un procédé d'adaptation ou de  
5 contrôle d'une flamme d'un brûleur, ainsi qu'un brûleur à flamme adaptable, à différentes puissances de fonctionnement ou lors de différentes phases d'un cycle d'un procédé de fusion ou de réchauffage.

Le cycle de fusion dans des fours de fusion ou des fours de  
réchauffage peut être décrit comme la succession des phases  
10 d'enfournement, de chauffage, de fusion, de maintien et d'extraction.

Dans les procédés non continus de fusion ou 'batch', les matières premières, une fois enfournées, absorbent une partie de l'énergie libérée par la combustion de combustibles et d'oxydants au travers de brûleurs.

La puissance dont a besoin cette charge dépend de l'état dans  
15 lequel elle se trouve et de l'étape du cycle de fusion où elle est arrivée.

Pour satisfaire aux demandes énergétiques relatives aux différentes phases du cycle, on fait donc varier cette puissance des brûleurs.

Cette puissance est élevée dans la phase de fusion, plus faible pendant la phase de maintien, minimale voire nulle pendant l'extraction.

20 Ces variations de puissance sont associées à des variations de débit et de vitesse des fluides du brûleur qui, à leur tour, modifient les caractéristiques des flammes.

Cependant le type de flamme obtenu suite à une variation de puissance est non contrôlé, puisque les caractéristiques des brûleurs sont  
25 définies pour leur puissance nominale.

Ainsi, en phase de maintien, les flammes sont généralement molles et vacillantes, et se redressent dans le plan vertical sous l'influence de la force de flottabilité.

Ceci a diverses conséquences, et notamment un mauvais  
30 fonctionnement du brûleur pendant cette phase et/ou une dégradation de la voûte du four, vers laquelle sont orientées les flammes après s'être redressées.

Pour éviter ces flammes molles, les brûleurs sont généralement

conçus pour avoir des vitesses de fluides élevées à leur puissance nominale, générant de ce fait, pendant la phase de fusion, des flammes à forte impulsion (ou quantité de mouvement) pas toujours optimisées pour l'étape du cycle.

5           En effet, dans les procédés à haute température, l'expérience montre que la flamme adéquate pour la phase de fusion doit être rayonnante et non impulsive.

De plus, pour des matières premières introduites sous forme de poudre, une flamme impulsive cause l'envol de poussières.

10           Les caractéristiques d'une flamme pouvant être défavorables lorsque la vitesse d'injection des fluides est trop grande ou trop faible, les brûleurs classiquement utilisés sont limités à un domaine de puissance compris entre la puissance nominale et environ  $\frac{1}{4}$  de cette puissance nominale.

15           On connaît un brûleur, développé par Gaz de France, qui est équipé de deux circuits d'injection de gaz naturel et qui permet de faire varier la longueur d'une flamme de gaz naturel.

20           D'autres brûleurs intègrent le concept de réglage de flamme par répartition des débits d'oxydant et/ou de combustible à travers plusieurs circuits d'injection. De tels brûleurs sont par exemple décrits dans les documents US - 5 439 373, 5 554 022, 5 302 112, 5 431 559 et 4 439 137.

Cependant, aucun de ces brûleurs ne permet de contrôler des flammes sur de larges plages de puissance, atteignant par exemple un rapport de 1 à 10.

25           Enfin, aucun ne propose de solution pour maintenir la quantité de mouvement (ou l'impulsion) de la flamme à puissance réduite, ou pour réduire ou maintenir cette quantité de mouvement lorsque la puissance croît.

Les mêmes types de problèmes se posent pour les fours à fonctionnement continu.

30           Il se pose donc le problème de trouver un nouveau procédé et un nouveau dispositif permettant d'optimiser les caractéristiques de flammes utilisées sur de grandes plages de puissance, les critères de performance pouvant inclure le volume et la longueur de la flamme, et/ou sa stabilité, et/ou

sa luminosité, et/ou la capacité à éviter que la flamme se redresse sous l'influence de la force de flottabilité.

Il se pose également le problème de trouver un brûleur que l'on peut configurer, en cours de fonctionnement, de manière à produire une  
5 flamme adaptée à un cycle d'un procédé de fusion ou de réchauffage.

Un autre problème est celui de la luminosité de la flamme.

Selon les techniques connues, une flamme de faible puissance, correspondant à une vitesse faible ou à un mélange lent est de volume important et lumineuse (couleur proche du jaune ou de l'orange), tandis  
10 qu'une flamme de forte puissance, correspondant à une vitesse élevée ou à un mélange rapide est de faible volume et peu lumineuse (couleur proche du bleu).

Or il existe des cas où on souhaite obtenir à la fois une flamme lumineuse et de forte puissance.

Il se pose donc également le problème de trouver un brûleur qui  
15 puisse être configuré, en cours de fonctionnement, afin de générer une flamme adaptée aux différentes étapes du cycle de procédé, un même brûleur fournissant alors une flamme molle et radiante à forte puissance et une flamme dure et convective à faible puissance.

20

#### Exposé de l'invention

L'invention concerne d'abord un procédé de combustion, à l'aide d'un brûleur, ou un procédé de fonctionnement ou de régulation d'un brûleur, ou encore un procédé de contrôle d'une flamme d'un brûleur, mettant en  
25 oeuvre au moins un fluide oxydant et au moins un fluide combustible, et dans lequel on fait varier la puissance et/ou la vitesse équivalente du brûleur, de manière indépendante l'une de l'autre.

On peut donc obtenir des caractéristiques de flamme souhaitées, en terme d'aspect (luminosité de la flamme), et/ou de comportement, tel que  
30 le maintien horizontal de la flamme, et/ou en terme d'effet tel que l'obtention d'une température homogène, en contrôlant, dans une gamme de puissance de fonctionnement (par exemple dans au moins un intervalle de puissance, compris entre la puissance nominale du brûleur et une fraction de cette

puissance nominale, par exemple 10% de cette puissance nominale), la vitesse équivalente indépendamment de la puissance.

Le contrôle de la vitesse équivalente indépendamment de la puissance permet notamment de contrôler un brûleur et les caractéristiques de sa flamme dans un large intervalle de puissance.

Ceci permet également de maintenir la vitesse équivalente au-dessus d'une valeur minimale.

Ainsi, il est notamment possible de maintenir, à faible puissance, une vitesse équivalente supérieure ou égale à une valeur minimale comprise entre 20 et 40 m/s ou supérieure ou égale à 25 m/s ou à 30 m/s ou à 35 m/s.

Ceci permet de faire fonctionner le brûleur à basse ou très basse puissance, par exemple à un dixième de sa puissance nominale, tout en évitant le redressement de la flamme.

Selon un autre aspect, l'invention concerne également un procédé de combustion, à l'aide d'un brûleur, ou un procédé de fonctionnement ou de régulation d'un brûleur, ou encore un procédé de contrôle d'une flamme d'un brûleur, mettant en oeuvre au moins un fluide oxydant et au moins un fluide combustible, dans lequel on fait varier le débit massique et/ou la vitesse d'injection, d'au moins un oxydant ou d'au moins un combustible, de manière indépendante l'un de l'autre.

Selon cet autre aspect de l'invention, on rend donc le débit et la vitesse d'un des fluides (oxydant, combustible) indépendants l'un de l'autre, et ceci dans au moins un intervalle de puissance, compris par exemple entre la puissance nominale du brûleur et une fraction de cette puissance nominale.

On peut donc faire varier la vitesse d'injection d'au moins un des fluides, indépendamment de son débit, ou le débit d'un des fluides, indépendamment de sa vitesse d'injection, notamment pour faire varier la vitesse équivalente du brûleur.

On peut également faire varier la puissance en faisant par exemple varier le débit total d'au moins l'un des fluides, tandis que la vitesse du même fluide permet de faire varier ou de maintenir la vitesse équivalente ou permet encore de maintenir des caractéristiques de flamme données.



On peut ainsi élargir le domaine ou la gamme de puissance de fonctionnement du brûleur.

A puissance et débits faibles, on pourra accroître la vitesse d'un des fluides de manière à accroître la vitesse équivalente ou à la maintenir au-dessus d'une valeur minimale fixée.

A puissance et débits élevés, on pourra conserver une flamme lumineuse tout en évitant une vitesse trop importante.

L'invention permet donc de conserver des caractéristiques de flamme satisfaisantes pour une puissance comprise entre la puissance nominale et une fraction de cette puissance nominale, par exemple entre 1 et 1/10 de la puissance nominale, ou sur une certaine gamme de puissance, ou entre deux puissances déterminées dans le cadre d'une application donnée, cette gamme ou ces deux puissances pouvant être comprise(s) entre la puissance nominale et une fraction de cette puissance nominale, par exemple entre 1 et 1/10 de la puissance nominale.

Un même brûleur pourra alors fournir une flamme longue et radiante à forte puissance, et une flamme de longueur ajustable, non influencée par la flottabilité à faible puissance.

On met en oeuvre par exemple un brûleur comportant au moins un injecteur de combustible et au moins un injecteur d'oxydant.

Selon un mode de réalisation, un tel brûleur comporte des moyens pour faire varier la section de sortie de l'un des injecteurs, par exemple par déplacement d'une pièce mécanique telle qu'un pointeau.

Selon un autre mode de réalisation, le brûleur comporte des moyens pour répartir le débit du fluide à contrôler entre deux circuits d'injections caractérisés par des sections de surfaces différentes.

La répartition variable du débit entre deux circuits de sections identiques, permet également de contrôler la vitesse équivalente du brûleur.

Selon encore une variante, on alimente le brûleur avec deux oxydants caractérisés par des concentrations différentes en oxygène.

On peut également appliquer les principes ci-dessus à l'injection du combustible, afin d'augmenter le contrôle de la longueur de flamme.

Dans le cas où le contrôle de la vitesse d'injection n'est effectué que sur un seul fluide, on choisira de préférence de contrôler les vitesses d'injection de l'oxydant, car le débit massique d'oxydant est presque toujours sensiblement supérieur au débit de combustible.

- 5 L'invention permet notamment d'adapter l'aspect des flammes au mode de transfert thermique demandé lors d'un cycle de fonctionnement d'un four, en fonctionnement discontinu ou continu.

L'invention concerne également un dispositif pour la mise en oeuvre d'un procédé tel que ci-dessus.

- 10 L'invention concerne notamment un dispositif de combustion comportant au moins un injecteur d'oxydant et au moins un injecteur de combustible, et des moyens pour faire varier la puissance et/ou la vitesse équivalente du brûleur de manière indépendante l'une de l'autre.

- 15 Elle concerne également un dispositif de combustion, comportant au moins un injecteur d'oxydant et au moins un injecteur de combustible, et des moyens pour faire varier le débit massique et/ou la vitesse d'injection, d'au moins un oxydant ou d'au moins un combustible, de manière indépendante l'un de l'autre.

- 20 Elle concerne encore un dispositif de combustion comportant au moins un injecteur d'oxydant et au moins un injecteur de combustible et des moyens pour maintenir une vitesse équivalente du brûleur à une valeur supérieure ou égale à 25 m/s.

- 25 Elle concerne encore un dispositif de combustion, comportant au moins deux injecteurs d'oxydant et/ou au moins deux injecteurs de combustible, et des moyens pour faire varier la répartition d'oxydant entre les deux injecteurs d'oxydant et/ou la répartition de combustible entre les deux injecteurs de combustible.

- 30 Elle concerne également un brûleur comportant au moins un injecteur de combustible et au moins un injecteur d'oxydant, et des moyens pour modifier la section de sortie d'au moins un des injecteurs de combustible et d'oxydant.

On peut ainsi modifier la vitesse du fluide correspondant ou faire varier la vitesse équivalente du brûleur.

L'invention concerne encore un procédé mettant en oeuvre un dispositif tel que ci-dessus, ainsi qu'un four comportant un dispositif tel que ci-dessus.

5                    Brève description des figures

Les caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lumière de la description qui va suivre. Cette description porte sur les exemples de réalisation, donnés à titre explicatif et non limitatif, en se référant à des dessins annexés sur lesquels:

- 10                    - la figure 1 illustre un procédé de fonctionnement selon l'invention,  
                      - les figures 2 à 4 représentent des résultats de modélisation du comportement d'une flamme,  
                      - la figure 5 représente une image obtenue après traitement d'images prises dans un four,  
15                    - les figures 6 et 7 représentent deux modes de réalisation de l'invention, respectivement avec variation de la température d'un des fluides et avec mélange de deux oxydants,  
                      - les figures 8 et 9 représentent deux modes de réalisation d'un injecteur selon l'invention, avec variation de la section de sortie par  
20                    déplacement d'un corps interne,  
                      - les figures 10 à 14 représentent différentes autres configurations possibles d'un brûleur selon l'invention.

Description détaillée de modes de réalisations de l'invention

25                    La figure 1 illustre un premier aspect de l'invention.

Un brûleur comporte au moins un injecteur d'oxydant, pour injecter au moins un oxydant, et au moins un injecteur de combustible pour injecter au moins un combustible.

30                    On définit la vitesse équivalente du brûleur par la formule suivante:



$$Vitesse\ equivalente = \frac{1}{\dot{m}_{tot}} \times \sum_i \frac{\dot{m}_i^2}{\rho_i S_i}$$

Le terme  $\dot{m}_{tot}$  représente la somme des débits massiques  $\dot{m}_i$  introduits par le brûleur.

5 Les termes  $\rho_i$  et  $S_i$  représentent respectivement la masse volumique et la section de passage à la sortie du brûleur de chacun des fluides  $i$  introduits par le brûleur.

Ces fluides comportent les jets de combustibles et d'oxydant. La vitesse équivalente représente donc la moyenne des vitesses des jets issus du brûleur, pondérées par les débits massiques.

10 Selon l'invention, la vitesse équivalente du brûleur peut varier dans un domaine  $I$ , par exemple situé au-dessus d'une droite  $D$  liant de manière linéaire la vitesse et la puissance.

Cette droite  $D$  traduit le comportement classique d'un brûleur, dont la vitesse équivalente croît linéairement avec la puissance. Au contraire, selon la présente invention, on peut faire varier la vitesse équivalente dans tout le domaine  $I$ .

Il est ainsi possible de maintenir une certaine vitesse équivalente fixée tout en réduisant ou en augmentant la puissance.

20 Il est également possible, en partant d'un point donné du domaine  $I$ , de faire varier simultanément la vitesse équivalente et la puissance de la flamme, et ceci en général dans les deux sens pour chaque variable.

Par exemple, en partant du point  $P$ , on peut à la fois augmenter la puissance tout en augmentant ou en réduisant la vitesse équivalente  $V_e$ , ou réduire la puissance tout en augmentant ou en réduisant cette vitesse  $V_e$ .

Il est en particulier intéressant, lors d'une réduction de la puissance, d'augmenter la vitesse équivalente afin de maintenir un bon brassage des gaz dans la flamme, ce qui permet d'atteindre une température homogène dans l'axe de la flamme.

30 Il est ainsi possible, non seulement de choisir un domaine ou une gamme de puissance de fonctionnement, mais aussi de choisir ou d'imposer des caractéristiques de flamme que l'on ne rencontre pas, pour ce domaine

ou cette gamme, avec un brûleur classique, et notamment avec un brûleur pour lequel la puissance et la vitesse équivalente sont proportionnelles.

Par exemple, on peut imposer une puissance élevée ( $P_{nom}$  sur la figure 1) tout en ayant une flamme longue et lumineuse, résultant d'une  
5 vitesse faible d'un des fluides.

A faible puissance, au contraire, on cherchera à maintenir une flamme horizontale, et la vitesse de l'un des fluides pourra être ajustée pour maintenir la vitesse équivalente supérieure à un seuil compris entre 25 m/s et 40 m/s.

10 Sur toute la gamme de puissance, par exemple entre la puissance nominale et  $1/10^{\text{ème}}$  de cette puissance nominale, la vitesse équivalente évoluera donc, entre, par exemple, 35m/s et environ 350 m/s, de préférence entre 35 et 140 m/s.

On peut également, à faible puissance, chercher à maintenir la  
15 vitesse équivalente à une valeur encore plus élevée, afin d'assurer un brassage suffisant des gaz, comme expliqué ci-dessus.

Les figures 2 et 3 illustrent le problème du redressement de la flamme dans le plan vertical lorsque la puissance et la vitesse sont fortement réduites par rapport à leurs conditions nominales.

20 Le cas de la figure 2 correspond à une puissance du brûleur de 2 MW et à une vitesse équivalente de 60 m/s, tandis que la figure 3 correspond au cas d'un brûleur de puissance 10 fois plus faible, égale à 0,2 MW, et de vitesse équivalente égale à 6m/s : la flamme se redresse.

La figure 4 représente le cas d'une flamme de faible puissance (0,2  
25 MW), mais de vitesse équivalente égale à 60 m/s : la flamme est alors maintenue horizontale, et ne se redresse pas dans le plan vertical.

Les figures 2 à 4 représentent des résultats issus d'une modélisation.

La figure 5 résulte du traitement d'images prises par une caméra  
30 dans un four. Elle représente l'enveloppe d'une flamme.

Pour cette figure, la vitesse équivalente est de 20 m/s, pour une puissance du brûleur égale à environ 13% de sa puissance nominale.

Il apparaît que la flamme visualisée sur la figure 5 se redresse selon la direction verticale. Elle est au contraire bien horizontale à puissance nominale, pour une vitesse équivalente entre 75 et 200 m/s.

Un procédé selon l'invention, et un brûleur fonctionnant selon ce procédé, permettent de maintenir une vitesse équivalente du brûleur supérieure ou égale à 25 m/s ou 30 m/s, et permettent donc d'atteindre un fonctionnement à basse ou très basse puissance, par exemple jusqu'à 1/10<sup>ème</sup> de la puissance nominale, tout en évitant le redressement de la flamme.

Pour des raisons de commodité pratique, une vitesse équivalente maximum peut être fixée à, par exemple, la vitesse sonique (environ 350 m/s), ou, encore à titre d'exemple, à 140 m/s.

Selon un mode de réalisation de l'invention, un moyen pour faire varier la vitesse effective indépendamment de la puissance consiste à faire varier la masse volumique d'au moins un des fluides injectés, par exemple par variation de la température de ce fluide. La formule de la vitesse équivalente donnée ci-dessus montre que masse volumique et vitesse effective varient de manière inversement proportionnelle.

Un dispositif pour mettre en oeuvre ce procédé est représenté schématiquement sur la figure 6, sur laquelle les références 3 et 5 désignent respectivement un injecteur d'oxydant et un injecteur de combustible, tandis que des moyens 6 sont disposés sur le trajet d'un de ces fluides (l'oxydant sur la figure 6) pour faire varier sa température. Ces moyens 6 comportent par exemple l'utilisation d'un réchauffeur alimenté par une source d'énergie électrique ou fossile (chauffage de l'oxydant obtenu par contact avec par exemple des produits de combustion d'un combustible gazeux ou liquide spécialement utilisé pour ce but). L'oxydant peut également être chauffé par un échangeur de chaleur qui extrait de l'énergie des produits de combustions du four industriel dans lequel est appliqué la présente invention. L'échange de chaleur peut s'effectuer dans des échangeur tubulaires de type récupérateurs à écoulement co- ou contre-courant entre les produits de combustion chauds et le gaz à chauffer (oxydant et/ou combustible). L'échange de chaleur peut également s'effectuer par des régénérateurs où

les produits de combustion chauds chauffent des éléments métalliques ou céramiques. Après accumulation de chaleur, le cycle de chauffage est inversé et la chaleur stockée est restituée au fluide à chauffer (oxydant et/ou combustible). Les échangeurs régénératifs sont souvent utilisés en associant

5 au moins deux systèmes de façon à assurer un chauffage continu.

Une variation de température d'un des fluides implique une variation de la masse volumique de ce fluide, qui résulte à son tour en une variation de la vitesse effective, sans affecter la puissance du brûleur: par exemple, à débits d'oxydant et de combustible constants, la puissance du

10 brûleur reste constante.

Il est également possible de faire varier la puissance du brûleur par une variation de débit de l'oxydant et/ou du combustible (le plus souvent, on fait varier la puissance en associant une variation de débit de l'oxydant et du combustible), et de compenser ces variations, dans la formule de la vitesse

15 équivalente, par une ou des variation(s) correspondante(s) de la masse volumique de l'oxydant et/ou du combustible: on fait alors varier la puissance tout en maintenant la vitesse équivalente constante.

Enfin, il est possible de combiner ces deux types de variation pour faire varier à la fois la vitesse équivalente et la puissance, mais de manière

20 indépendante l'une de l'autre.

Selon un autre mode de réalisation, on peut faire varier la vitesse effective indépendamment de la puissance par variation du débit global d'un des fluides injectés, par exemple le débit global d'au moins un des oxydants, tout en conservant la même quantité d'oxygène injecté.

Par exemple, il est possible d'utiliser un mélange d'un premier oxydant, caractérisé par une première concentration en oxygène C1 et d'un second oxydant, caractérisé par une seconde concentration en oxygène C2, différente de C1. Les autres constituants de l'un ou l'autre de ces oxydants peuvent être des gaz inertes (azote, et/ou CO2, et/ou vapeur d'eau, et/ ou

25 argon, ...etc). Ainsi, le premier oxydant peut être de l'oxygène pur et le

30 second oxydant de l'air. On peut alors faire varier le débit total (oxydant 1 + oxydant 2) tout en maintenant constant le débit massique total d'oxygène, ce

qui maintient constante la puissance. Ce débit massique total d'oxygène est donné par la formule suivante :

(Débit massique d'oxydant 1) x (concentration en oxygène dans l'oxydant 1)  
 + (Débit massique d'oxydant 2) x (concentration en oxygène dans  
 5 l'oxydant 2).

Un dispositif pour mettre en oeuvre ce procédé est représenté schématiquement sur la figure 7, sur laquelle les références 3 et 5 désignent respectivement un injecteur d'oxydant et un injecteur de combustible, tandis que les références 7 et 8 désignent respectivement une source d'un premier  
 10 fluide oxydant (par exemple: l'oxygène) et d'un deuxième fluide oxydant (par exemple : l'air ) auquel ce premier fluide oxydant peut être mélangé pour dilution. Une vanne 9 permet de réguler la proportion de deuxième gaz oxydant accompagnant le premier oxydant dans le mélange oxydant final injecté dans le brûleur. On peut ainsi faire varier le débit total d'oxydant, le  
 15 débit d'oxygène étant, lui, constant, ce qui permet de maintenir une puissance constante du brûleur.

Il est également possible de faire varier la puissance du brûleur par une variation de débit de l'oxygène, par exemple par variation en sens inverse du débit des deux oxydants (dont les deux concentrations en  
 20 oxygène sont différentes), variations qui se compensent dans la formule de la vitesse équivalente : on fait alors varier la puissance tout en maintenant la vitesse équivalente constante. Par exemple, on réduit la quantité d'oxygène injecté, et on accroît la quantité d'air mélangé à l'oxygène.

25 Selon un autre aspect de l'invention, on fait varier, de manière indépendante, le débit et la vitesse d'injection d'au moins un fluide du brûleur. Dans un brûleur classique, chaque injecteur a une section S qui lie le débit D de fluide injecté par cet injecteur et la vitesse V d'injection de ce même fluide:  

$$D = S \times V$$

30 Dans cette relation classique, les variations de débit et de vitesse sont proportionnelles.

Selon l'invention, on impose à un fluide donné une variation de S afin de rendre les valeurs de D et V indépendantes l'une de l'autre.



Pratiquement, la variation de  $S$  imposée à un fluide sera par exemple obtenue, soit par variation de la section d'un injecteur unique de ce fluide, soit par variation de la répartition d'un fluide entre au moins deux injecteurs.

- 5            Selon l'invention, un opérateur peut donc déterminer une puissance à fournir pour un procédé donné, ou pour une phase donnée d'un procédé, en déduire un débit total d'oxydant et/ou de combustible à injecter, et ensuite, à l'aide d'une variation appropriée de  $S$ , décider d'une variation de vitesse équivalente (à l'aide d'une variation appropriée de la vitesse
- 10 indépendamment de la variation du débit), conformément à ce qui a été indiqué ci-dessus selon la relation (1), afin d'imposer une flamme de caractéristiques données.

- Il en résulte des possibilités d'adaptation du fonctionnement du brûleur et de la flamme inconnues avec l'art antérieur, et ceci sur une gamme
- 15 de puissance pouvant être étendue.

- La Figure 8 montre un injecteur 12 dont la section de sortie peut être modifiée en faisant déplacer un corps interne 14 selon un axe coaxial avec l'axe de l'injecteur. La section de sortie est diminuée en déplaçant le corps interne vers le haut, de façon à diminuer la section de passage du
- 20 fluide. Il s'ensuit une accélération du fluide, pour un débit constant. La position du corps interne mobile peut être contrôlée par un système de vis (non représenté ici), ou tout autre système permettant un réglage et un maintien de la position du corps central.

- La figure 9 représente une variante de ce mode de réalisation, dans laquelle l'injecteur 16 présente une partie intérieure conique, le corps interne 18 présentant une surface extérieure elle aussi conique. Le fonctionnement du dispositif est le même que celui de la figure 8.
- 25

- L'un des deux injecteurs d'un brûleur, de préférence l'injecteur d'oxydant, peut avoir l'une des formes illustrées sur la figure 8 ou 9.
- 30 Selon un autre exemple de réalisation, illustré schématiquement sur la figure 10, un brûleur selon l'invention peut comporter un injecteur d'oxydant 20 et un injecteur de combustible 21, et des moyens 24 (par exemple un pointeau) pour faire varier la section de sortie et le débit d'au moins un des deux

injecteurs, la section étant calculée pour que, à faible puissance, la vitesse équivalente soit supérieure à la vitesse minimum fixée.

La variation de la section de sortie de l'un des injecteurs, à l'aide des moyens 24, permet de faire varier la vitesse du fluide correspondant, et  
5 ceci même si le débit de ce fluide est maintenu constant.

Inversement, une variation de puissance (en général liée à une variation des débits) peut s'accompagner d'un maintien, ou d'une variation, dans un sens ou un autre, de la vitesse équivalente.

Différents autres types de brûleurs permettent de mettre en oeuvre  
10 un procédé selon l'invention.

En particulier, il est possible d'utiliser deux circuits d'injection d'oxydant, ou deux injecteurs d'oxydant, caractérisés par des sections de surface différentes.

La répartition du débit entre les deux circuits d'injection, effectuée  
15 par exemple à l'aide d'une vanne, permet ainsi de contrôler la vitesse équivalente du brûleur.

On pourra donc faire varier, notamment à débit constant d'oxydant, la répartition de celui-ci entre un injecteur de faible section, avec une certaine vitesse d'injection, et un injecteur de plus grande section, avec une vitesse  
20 d'injection plus faible.

Il en résulte une variation de la vitesse équivalente, et ceci même si les débits d'oxydant et de combustible, donc la puissance, sont maintenus constants.

Le rapport R entre le débit du circuit « grande section » et le débit  
25 total du fluide à contrôler est alors un paramètre dont les variations accompagnent ou traduisent les variations de la vitesse équivalente, et donc certaines propriétés de la flamme.

Selon un exemple, le rapport R est proche de zéro à la puissance minimale du brûleur. Il peut atteindre ou être proche de 100% pour d'autres  
30 puissances de fonctionnement.

Le schéma de la Figure 11 montre une configuration avec un injecteur 30 de combustible placé au centre d'un injecteur 32 d'oxydant de

faible section (oxydant primaire), et un injecteur 34 d'oxydant secondaire caractérisé par une plus grande section.

Les injecteurs primaire 32 et secondaire 34 sont reliés à la même alimentation (non représentée sur la figure). La répartition d'un débit global d'oxydant donné est contrôlée par des moyens 36, tels qu'une vanne.

A la puissance nominale, de 80% à 100% de l'oxydant total est injecté par le circuit secondaire 34, de façon à développer une flamme longue et lumineuse.

A puissance réduite, de 80 à 100% de l'oxydant total peut être injecté par le circuit primaire 32, dont la section est calculée de façon à obtenir une vitesse équivalente au minimum égale à, par exemple, 25 m/s ou 30 m/s ou 35 m/s.

Ce calcul de la section de l'injecteur 32 est réalisé en supposant que la totalité du fluide passe par le circuit primaire. Il met en oeuvre les relations connues de la mécanique des fluides, qui lient la section de l'injecteur et la vitesse du fluide.

Selon un autre mode de réalisation le brûleur comporte deux circuits d'injection d'oxydant, ou deux injecteurs d'oxydant, caractérisés par des sections de surface égale.

Là encore, la répartition du débit entre les deux circuits, à l'aide d'une vanne, permet de contrôler la vitesse équivalente du brûleur, mais dans une mesure moindre que dans le cas précédent.

On passera d'un état pour lequel tout l'oxydant est introduit dans un seul des deux injecteurs, avec une vitesse élevée d'injection de l'oxydant dans le brûleur, à un état dans lequel l'oxydant est réparti entre les deux injecteurs, avec une vitesse plus faible d'injection de l'oxydant dans le brûleur.

Un autre exemple de réalisation est proposé en Figure 12, avec un brûleur équipé d'une lance à double injection.

Cette lance comporte un injecteur 40 de combustible et un premier injecteur 42 d'oxydant à faible section, tous deux coaxiaux, ainsi qu'un double injecteur d'oxydant, comportant un second injecteur 44 à faible section et un injecteur à grande section 46.

Le débit d'oxydant est par exemple réparti à l'aide d'une vanne 48 entre l'injecteur 46 de grande section de la lance, et les deux autres injecteurs 42, 44.

5 Entre ces deux derniers, la répartition est assurée, par exemple encore, à l'aide d'une vanne 50.

Les deux injecteurs 42, 44 présentent une section totale plus faible que la section de l'injecteur 46.

10 Comme dans l'exemple précédent, à la puissance nominale, 80% à 100% de l'oxydant total est injecté dans l'injecteur 46, de façon à développer une flamme longue et lumineuse.

A puissance réduite, 80 à 100% de l'oxydant total peut être injecté par l'autre circuit 42, 44 dont la section est calculée de façon à obtenir une vitesse équivalente supérieure à une valeur minimale, comprise entre par exemple 25 m/s et 35 m/s.

15 Le calcul de la section est réalisé de la même manière que dans le cas précédent.

Pour un débit global d'oxydant donné, ce fluide peut donc être réparti différemment entre les différents injecteurs, ce qui permet une variation de sa vitesse d'injection, donc de la vitesse équivalente.

20 Par rapport au mode de réalisation exposé en liaison avec la figure 11, l'utilisation d'une lance à double injection permet, pour les utilisations à faible puissance, de ne pas concentrer la totalité de l'oxydant à proximité du combustible, et permet donc de produire une flamme plus longue, de température maximale plus basse, et moins génératrice d'oxydes d'azotes.

25 Un autre exemple de réalisation est présenté en Figure 13, avec un brûleur caractérisé par trois tubes 50, 52, 54 coaxiaux ou juxtaposés.

Un des injecteurs (par exemple l'injecteur 50) est utilisé pour le combustible, les deux autres (52, 54), caractérisés l'un par une grande section et l'autre par une faible section, sont utilisés pour l'oxydant.

30 Là encore, la répartition de l'oxydant entre les deux injecteurs correspondants peut être effectuée à l'aide d'une vanne 56.

L'intérêt de cette configuration est d'être compacte et simple à installer sur un four industriel. Elle offre en outre des performances adaptées à de nombreux cas.

Un autre exemple de réalisation est présenté en Figure 14, avec un brûleur alimenté par deux oxydants caractérisés par des concentrations différentes en oxygène.

Ce brûleur comporte un injecteur 60 de combustible, coaxial avec un premier injecteur 62 d'un premier oxydant, de faible section.

Il comporte également deux autres injecteurs d'oxydants. L'un (64) est de grande section et permet d'injecter un deuxième oxydant. L'autre (66), qui lui est coaxial, est de section plus faible et permet d'injecter une partie du premier oxydant.

Une vanne 68 permet de répartir le débit du premier oxydant entre les deux injecteurs 62, 66 de faible section.

L'oxydant moins riche en oxygène est injecté de préférence à travers l'injecteur 64 de grande section, et est utilisé pour toutes les phases où il apporte une vitesse de chauffage et un rendement thermique suffisants.

Ce peut être par exemple lorsque le produit traité dans le four est encore à basse température, ou lorsque la température désirée du produit a été atteinte et n'a plus besoin que d'être maintenue.

L'augmentation de la vitesse de chauffage et du rendement thermique sont obtenus en augmentant le rapport (oxydant riche en O<sub>2</sub>/oxydant pauvre en O<sub>2</sub>).

Une variation de ce rapport entraîne également une variation de la vitesse équivalente.

En particulier, l'utilisation d'un oxydant de plus faible concentration en oxygène permet d'augmenter le débit massique à travers le brûleur et donc la vitesse équivalente. Il en résulte une amélioration de l'uniformité du mélange des gaz dans le four et une répartition spatiale de température plus uniforme.

L'avantage de cette variante est de diminuer la consommation d'un oxydant riche en oxygène en le remplaçant en partie par un oxydant moins riche en oxygène et généralement moins cher.



Tous les principes et modes de réalisation décrits ci-dessus peuvent être appliqués également, ou de manière alternative, au combustible.

5           Cependant, si la vitesse d'injection d'un seul fluide est contrôlée, alors ce sera de préférence l'oxydant, dont le débit massique est presque toujours sensiblement supérieur au débit de combustible, et dont la pondération est donc la plus importante dans la formule (1) ci-dessus.

10           L'invention peut s'appliquer aux procédés de fusion non continus, ou fonctionnant en « batch ».

Elle s'applique également aux fours fonctionnant en continu, par exemple aux fours de réchauffage continu, notamment de produits sidérurgiques.

15           Dans ces fours sidérurgiques, brames, billettes et bloom sont répartis en zones de récupération, de préchauffe, de chauffe et de maintien.

Dans les fours à longerons réfractaires, les produits sont orientés perpendiculairement à l'axe du four et reposent sur des longerons fixes. Ils avancent grâce à des longerons mobiles qui les soulèvent et les posent sur les longerons fixes suivants.

20           Dans les zones de préchauffe et de chauffe, les brûleurs sont généralement situés sur les parois latérales du four, alors qu'en zone de maintien on utilise plutôt des brûleurs en voûte.

25           Les produits d'une même fournée peuvent être de longueurs différentes et des flammes adaptées pour chauffer les produits longs engendrent de mauvais profils de température sur les produits courts, par exemple par une surchauffe des extrémités des produits.

Actuellement, les brûleurs connus ne peuvent générer que des flammes qui sont soit rayonnantes, soit convectives.

30           Dans le premier cas, la flamme est dure, d'impulsion élevée.

Dans le second cas, la flamme est molle, d'impulsion faible.

Dans les deux cas, l'aspect de la flamme est unique.

L'invention apporte une solution à ces problèmes en proposant un procédé de fonctionnement d'un brûleur, exposé ci-dessus, notamment en

liaison avec les figures 1 à 14, permettant une adaptation de la flamme aux différents cycles du four, ainsi qu'un brûleur adaptable à ces différents cycles.

Les domaines d'application de l'invention peuvent donc être par exemple les suivants:

- 5           ▪ Fours de fusion de verre (lors de changement de tirée ou de couleur) et fours d'émaux
- Fours de réchauffage,
- Fours de fusion de métaux ferreux ou non-ferreux,
- Fours de recuits.

10

## REVENDEICATIONS

1. Procédé de combustion, à l'aide d'un brûleur, mettant en oeuvre au moins un fluide oxydant et au moins un fluide combustible, dans lequel on  
5 fait varier la puissance et/ou la vitesse équivalente du brûleur de manière indépendante l'une de l'autre.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on fait varier la masse volumique d'au moins un des fluides afin de faire varier sa vitesse  
10 équivalente.

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel une variation de masse volumique de l'un des fluides est obtenue par variation de température de ce fluide.  
15

4. Procédé selon l'une des revendications 2 ou 3, dans lequel on fait en outre varier la puissance du brûleur par une variation de débit de l'oxydant et/ou du combustible.

20 5. Procédé selon la revendication 1, dans lequel une variation de la vitesse équivalente est obtenue par variation du débit global d'un des fluides, tout en maintenant la même quantité ou le même débit massique d'oxygène et/ou de combustible injecté.

25 6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel on utilise un premier et un deuxième oxydants, ayant respectivement une première et une deuxième concentration en oxygène, une variation de la vitesse équivalente étant obtenue par variation de la vitesse ou du débit de l'un et/ou de l'autre des oxydants.

30 7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel le débit total d'oxygène est en outre maintenu constant.

8. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on fait varier la puissance du brûleur par variation de débit de l'oxydant et/ou du combustible, la vitesse équivalente étant maintenue constante par variation de la masse volumique d'au moins un des fluides.

5

9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel une variation de masse volumique de l'un des fluides est obtenue par variation de température de ce fluide.

10

10. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on utilise un premier et un deuxième oxydants, ayant respectivement une première et une deuxième concentration en oxygène, dans lequel on fait varier la puissance du brûleur par variation de débit de l'un des oxydants, la vitesse équivalente étant maintenue constante par variation, en sens inverse, du débit de l'autre oxydant.

15

11. Procédé de fonctionnement d'un brûleur, mettant en oeuvre au moins un fluide oxydant et au moins un fluide combustible, dans lequel on fait varier le débit massique et/ou la vitesse d'injection, d'au moins un oxydant ou d'au moins un combustible, de manière indépendante l'un de l'autre.

20

12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, dans lequel on effectue ladite ou lesdites variation(s) dans au moins un intervalle de puissance compris entre la puissance nominale du brûleur et une fraction de cette puissance nominale.

25

13. Procédé selon la revendication 12, dans lequel l'intervalle de puissance s'étend de la puissance nominale du brûleur à une fraction de cette puissance nominale.

30

14. Procédé selon la revendication 12 ou 13, ladite fraction de puissance nominale étant égale à environ 10% de cette puissance nominale.

15. Procédé selon l'une des revendications 1 à 14, dans lequel la vitesse équivalente du brûleur reste supérieure, dans ledit intervalle de puissance, à une valeur minimum comprise entre 25 m/s et 40 m/s.

5           16. Procédé selon la revendication 15, dans lequel la vitesse équivalente du brûleur reste supérieure 35 m/s.

10           17. Procédé de combustion, à l'aide d'un brûleur, d'au moins un fluide oxydant et d'au moins un fluide combustible, ou procédé de contrôle d'une flamme d'un brûleur, dans lequel on maintient la vitesse équivalente du brûleur à une valeur supérieure à 25 m/s.

15           18. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le brûleur comporte au moins un injecteur de combustible (21, 30, 40, 50, 60) et au moins un injecteur d'oxydant (20 32, 34, 42, 44, 46, 52, 54, 62, 64, 66), la section de sortie d'au moins un des injecteurs de combustible et d'oxydant étant modifiée pour modifier la vitesse du fluide correspondant ou pour faire varier la vitesse équivalente du brûleur.

20           19. Procédé selon la revendication 18, dans lequel dans lequel la section de sortie d'au moins un des injecteurs de combustible et d'oxydant est modifiée par déplacement de moyens mécaniques (14, 18, 24).

25           20. Procédé selon l'une des revendications 1 à 19, le brûleur comportant au moins deux injecteurs d'oxydant (32, 34, 42, 44, 46, 52, 54, 62, 64, 66) et/ou deux injecteurs de combustible, et dans lequel on fait varier la répartition d'au moins un des fluides d'oxydant et de combustible entre les deux injecteurs correspondants.

30           21. Procédé selon la revendication 20, dans lequel les deux injecteurs sont de diamètres différents.



22. Procédé selon la revendication 20, dans lequel les deux injecteurs sont de diamètre identique.

23. Procédé selon l'une des revendications 1 à 22, dans lequel la  
5 combustion met en oeuvre deux oxydants différents, de concentrations différentes en oxygène, et injectés à l'aide d'au moins deux injecteurs (62, 64, 66), et dans lequel on modifie la quantité relative injectée de ces deux oxydants.

10 24. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel l'oxydant de concentration en oxygène la plus faible est injecté à travers au moins un premier injecteur (64), l'oxydant de concentration en oxygène la plus élevée est injecté à travers au moins un deuxième injecteur (62, 66), la  
15 section du premier injecteur étant plus grande que la section du deuxième injecteur.

25. Procédé selon l'une des revendications 1 à 24, dans lequel on fait varier la vitesse d'injection, ou la répartition entre plusieurs injecteurs (32, 34, 42, 44, 46, 52, 54, 62, 64, 66), d'un oxydant.

20 26. Procédé de fusion non continu mettant en oeuvre un procédé selon l'une des revendications 1 à 25.

27. Procédé de fusion ou de réchauffage en continu, mettant en  
25 oeuvre un procédé selon l'une des revendications 1 à 25.

28. Procédé selon la revendication 27, le procédé étant un procédé de chauffage de produits sidérurgiques.

30 29. Dispositif de combustion comportant au moins un injecteur d'oxydant (20, 32, 34, 42, 44, 46, 52, 54, 62, 64, 66) et au moins un injecteur de combustible (21, 30, 40, 50, 60), et des moyens pour faire varier la

puissance et/ou la vitesse équivalente du brûleur de manière indépendante l'une de l'autre.

5 30. Dispositif selon la revendication 29, comportant des moyens (6) pour faire varier la température de l'un au moins des fluides injectés.

10 31. Dispositif selon la revendication 29, comportant des moyens (7 – 9) pour introduire dans l'injecteur d'oxydant un mélange d'un premier et d'un second oxydant.

15 32. Dispositif de combustion, comportant au moins un injecteur d'oxydant (20, 32, 34, 42, 44, 46, 52, 54, 62, 64, 66) et au moins un injecteur de combustible (21, 30, 40, 50, 60), et des moyens pour faire varier le débit massique et/ou la vitesse d'injection, d'au moins un oxydant ou d'au moins un combustible, de manière indépendante l'un de l'autre.

20 33. Dispositif de combustion comportant au moins un injecteur d'oxydant (20, 32, 34, 42, 44, 46, 52, 54, 62, 64, 66) et au moins un injecteur de combustible (21, 30, 40, 50, 60), et des moyens pour maintenir une vitesse équivalente du brûleur à une valeur supérieure ou égale à 25 m/s.

25 34. Dispositif selon l'une des revendications 29 à 33, comportant des moyens (24) pour modifier la section de sortie d'au moins un des injecteurs de combustible et d'oxydant.

35. Dispositif selon la revendication 34, comportant des moyens mécaniques pour modifier la section de sortie d'au moins un des injecteurs de combustible et d'oxydant.

30 36. Dispositif selon l'une des revendications 29 à 35, comportant au moins deux injecteurs d'oxydant (32, 34, 42, 44, 46, 52, 54, 62, 64, 66) et/ou au moins deux injecteurs de combustible, et des moyens (36, 48, 49, 56, 48)

pour faire varier la répartition d'oxydant et/ou de combustible entre les deux injecteurs correspondants.

37. Dispositif selon la revendication 36, comportant au moins deux  
5 injecteurs d'oxydant (32, 34, 44, 46, 52, 54, 64, 66) de sections différentes et/ou deux injecteurs de combustible de sections différentes.

38. Dispositif selon la revendication 37, comportant un injecteur de  
combustible (30) et un premier injecteur d'oxydant (32), coaxiaux, et un  
10 deuxième injecteur d'oxydant (34) de section supérieure à la section du premier injecteur d'oxydant (32).

39. Dispositif selon la revendication 37, comportant un injecteur de  
combustible (50) et deux injecteurs d'oxydant (52, 54), tous trois coaxiaux.  
15

40. Dispositif selon la revendication 36 comportant deux injecteurs  
d'oxydant de sections identiques et/ou deux injecteurs de combustible de  
sections identiques.

41. Dispositif selon l'une des revendications 29 à 37, comportant un  
injecteur de combustible (40), et un premier injecteur d'oxydant (42), tous  
deux coaxiaux, ainsi qu'un double injecteur d'oxydant (44, 46) comportant un  
second injecteur (44), à faible section, et un troisième injecteur, à grande  
section (46).  
20

42. Dispositif selon la revendication 41, comportant des premiers  
moyens (48) pour répartir l'oxydant entre le troisième injecteur (46), à grande  
section, et l'ensemble des deux autres injecteurs d'oxydant (42, 46), et des  
seconds moyens (40) pour répartir entre ces derniers la partie d'oxydant  
25 dirigée vers ces deux autres injecteurs.  
30

43. Dispositif selon l'une des revendications 29 à 41, comportant au  
moins deux injecteurs d'oxydant (42, 64, 66), des moyens pour injecter au

moins deux oxydants différents, de concentrations différentes en oxygène, et des moyens pour modifier la quantité relative injectée de ces deux oxydants.

5        44. Four de fusion ou four de réchauffage ou de recuit, comportant un brûleur selon l'une des revendications 29 à 43.

45. Four selon la revendication 44, ledit four étant continu ou discontinu.

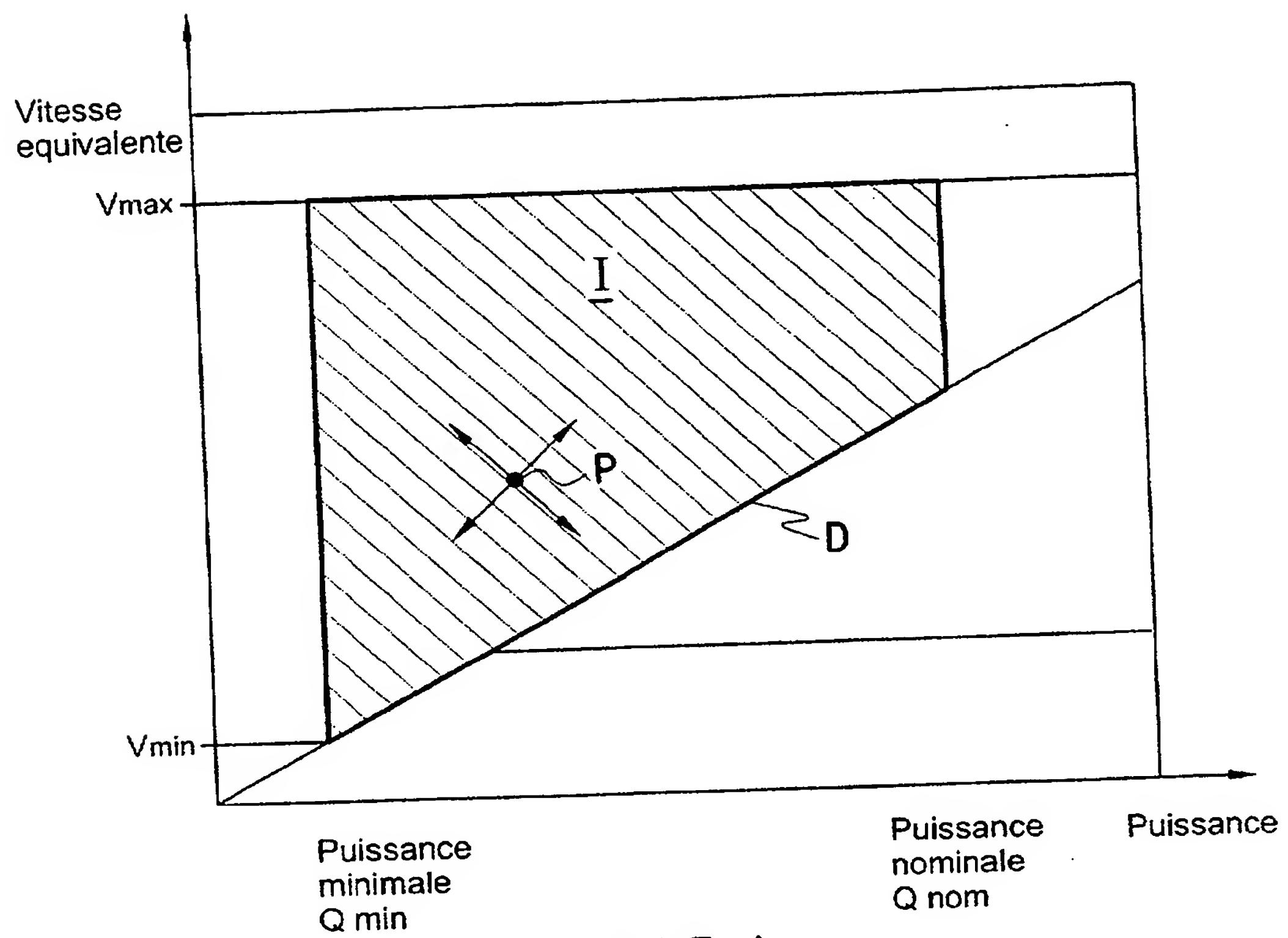


FIG.1

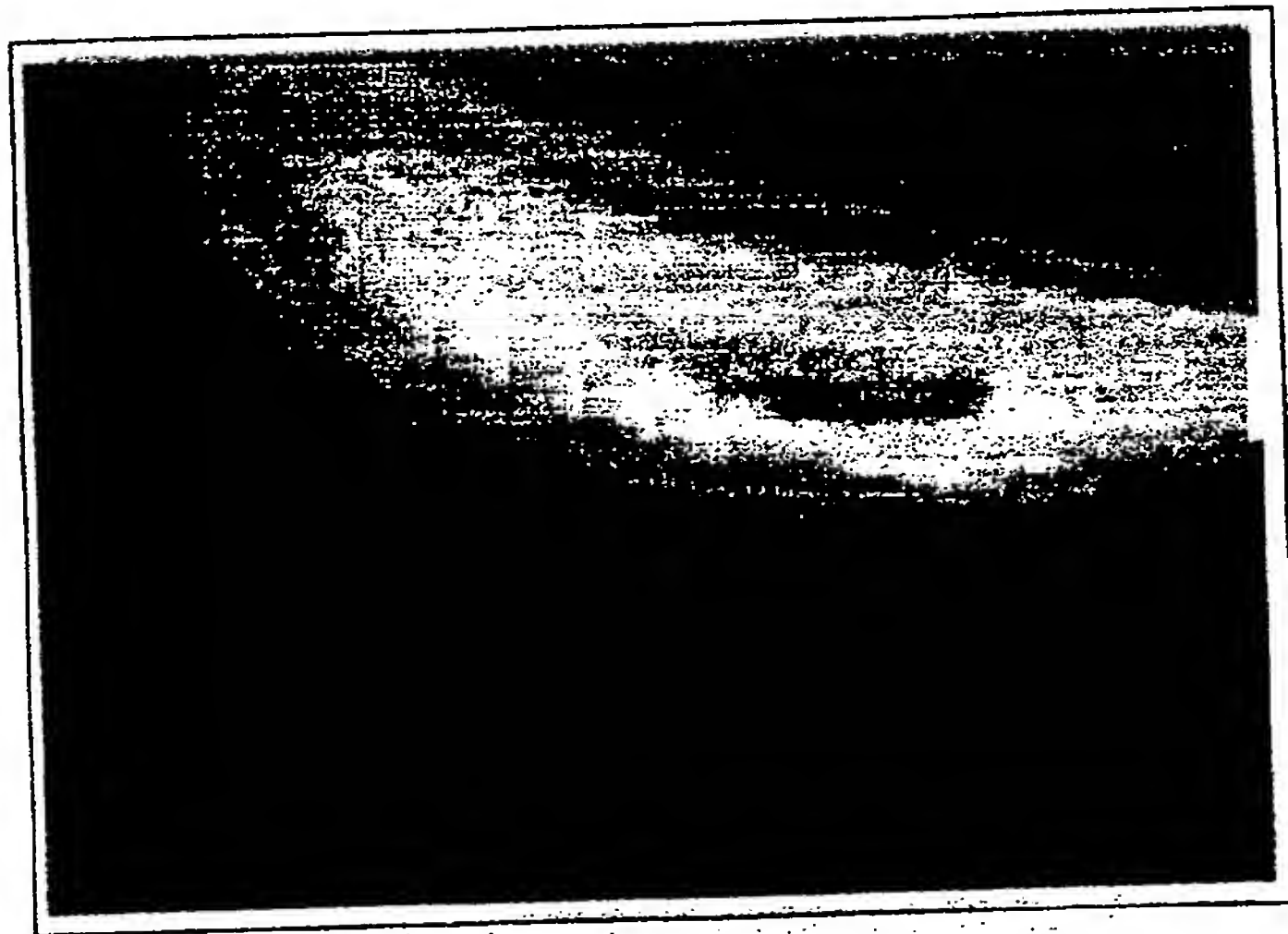


FIG.5



2/5

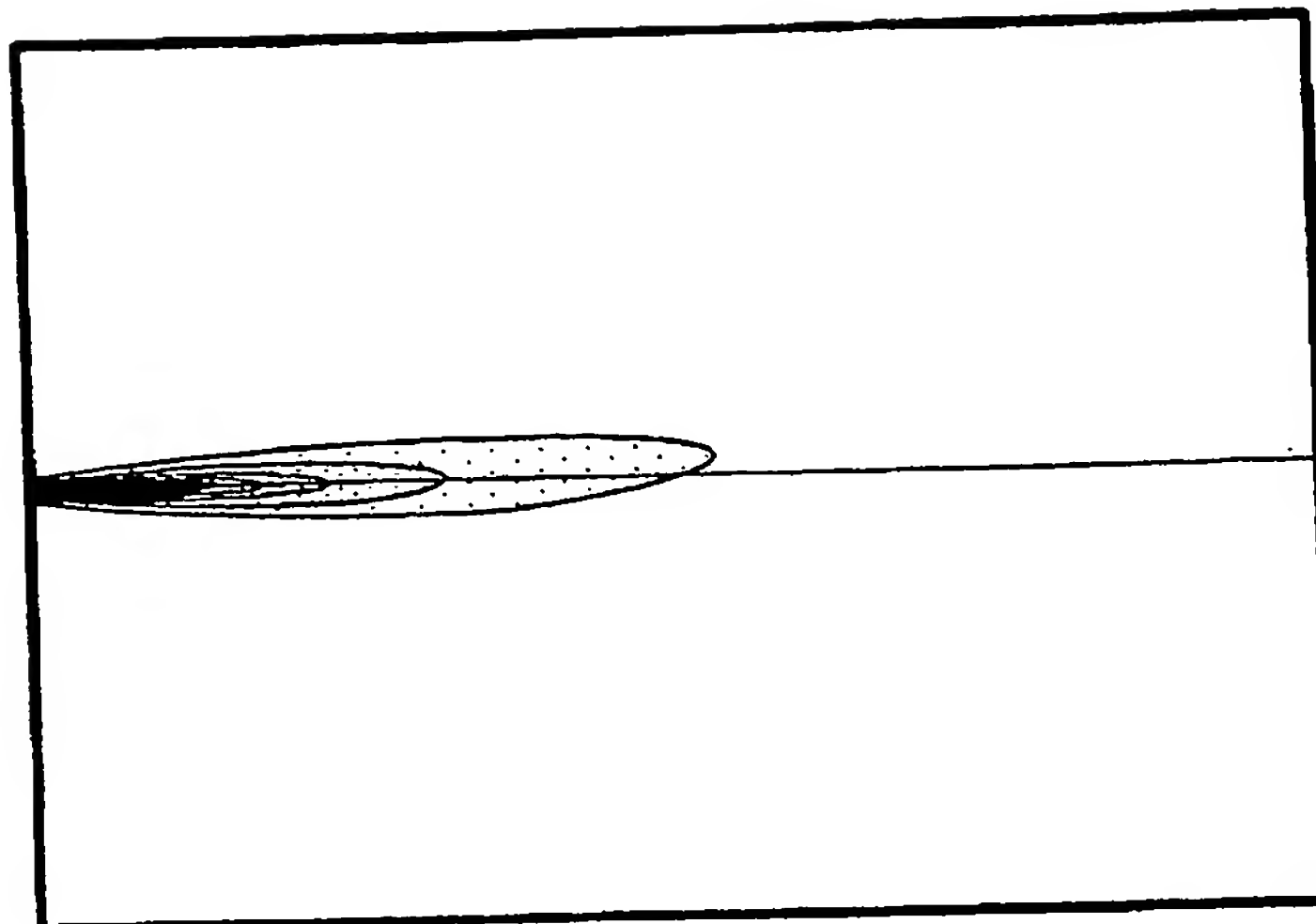


FIG. 2

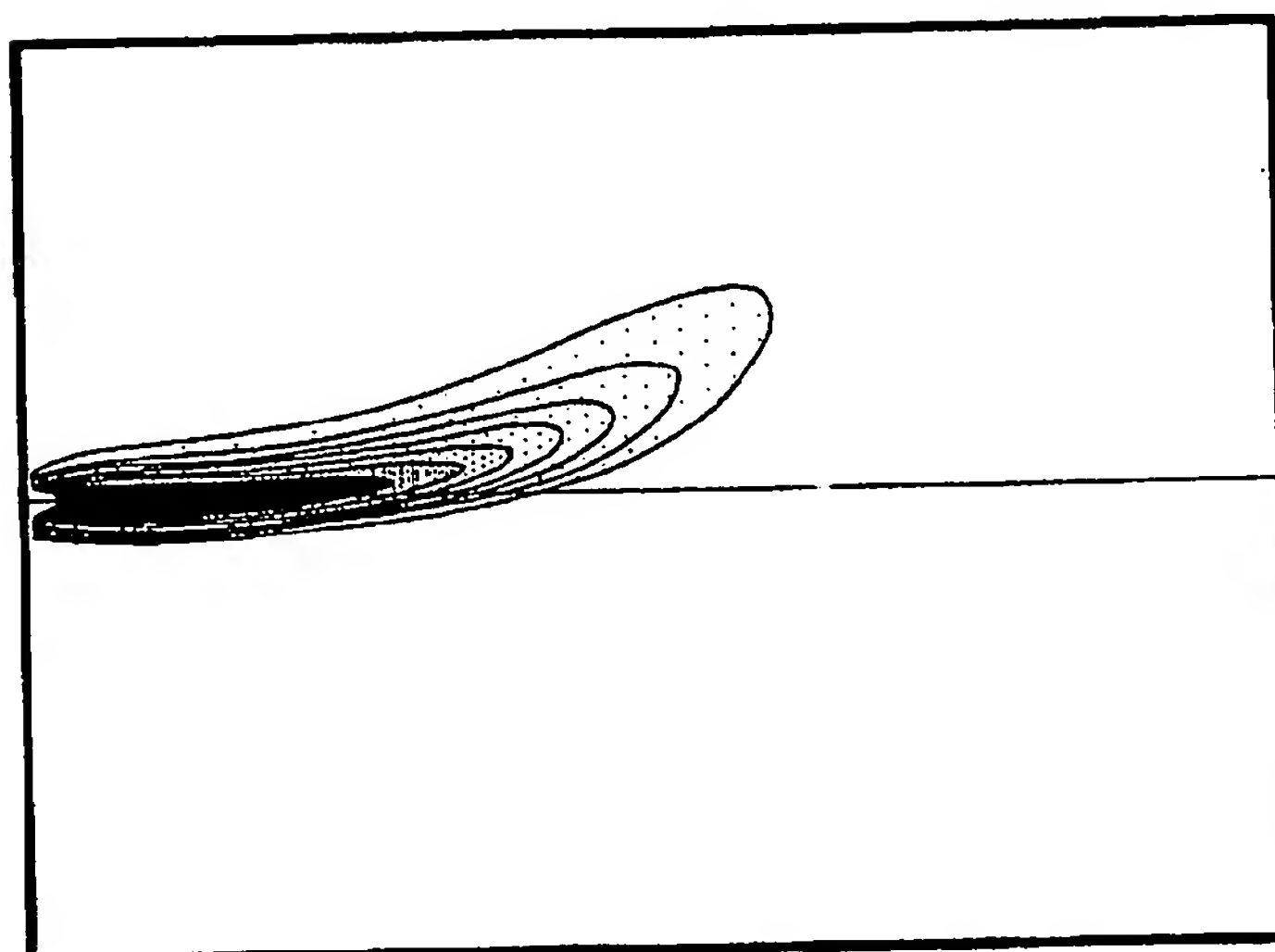


FIG. 3

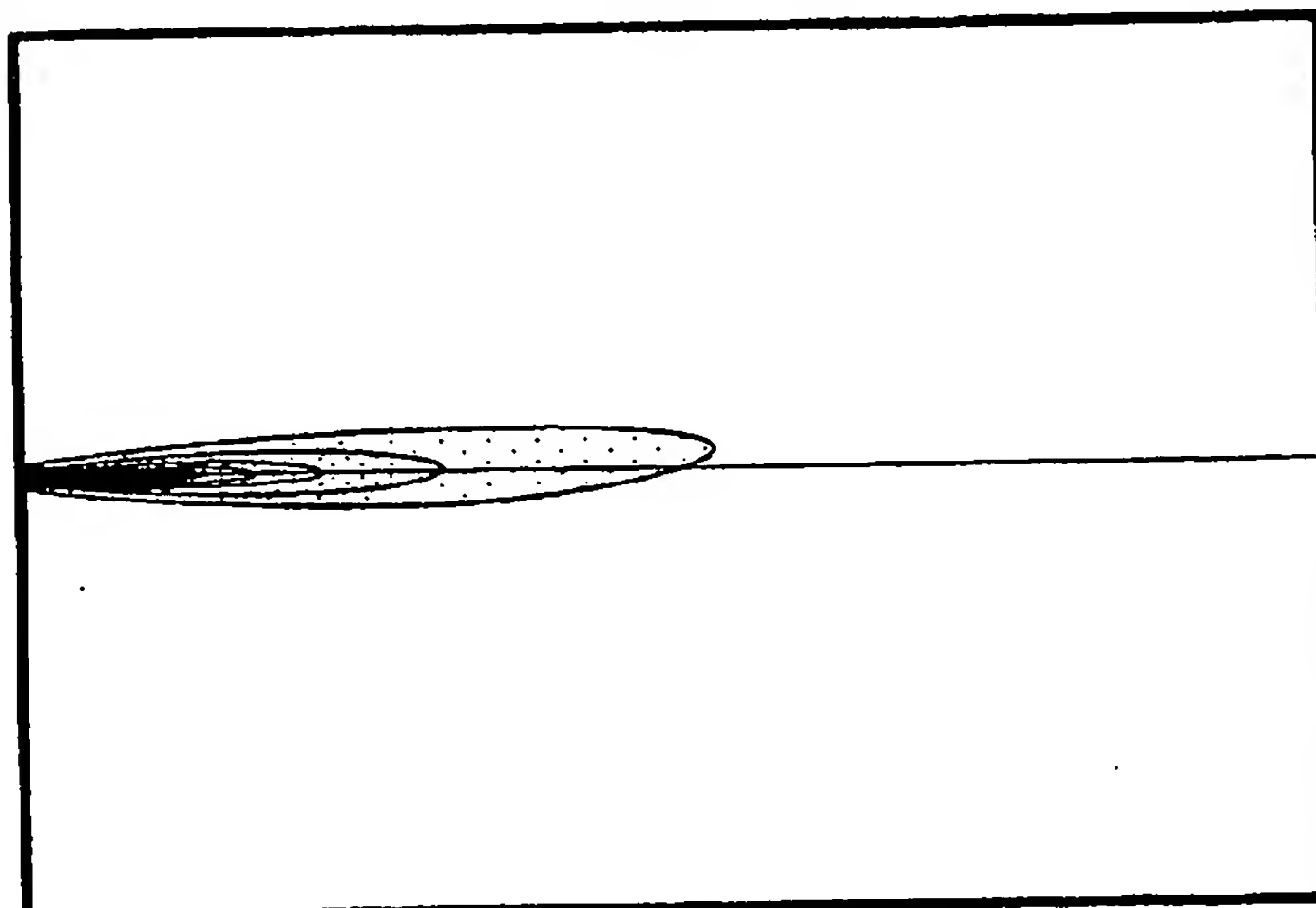
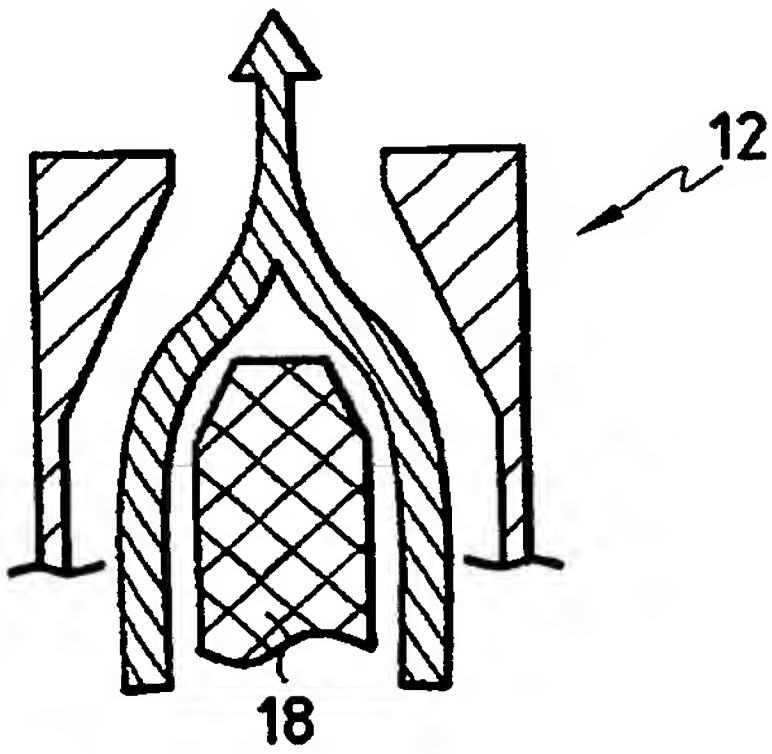
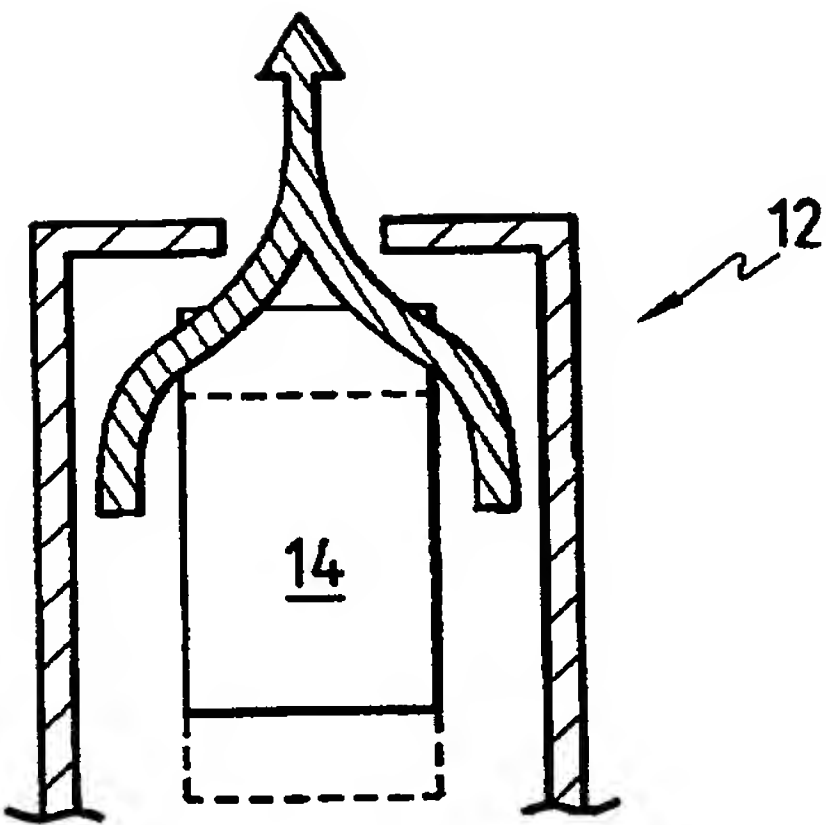
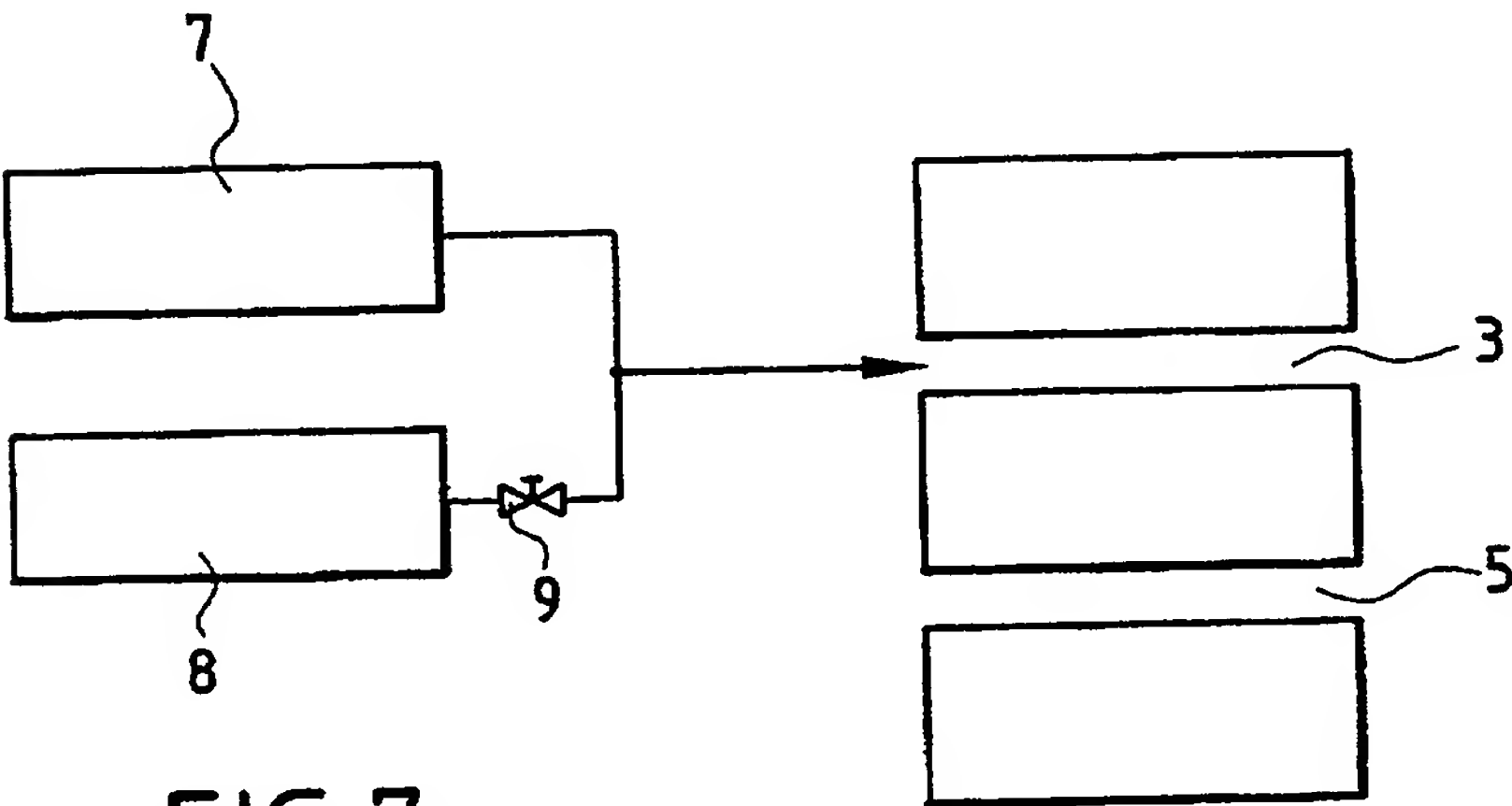
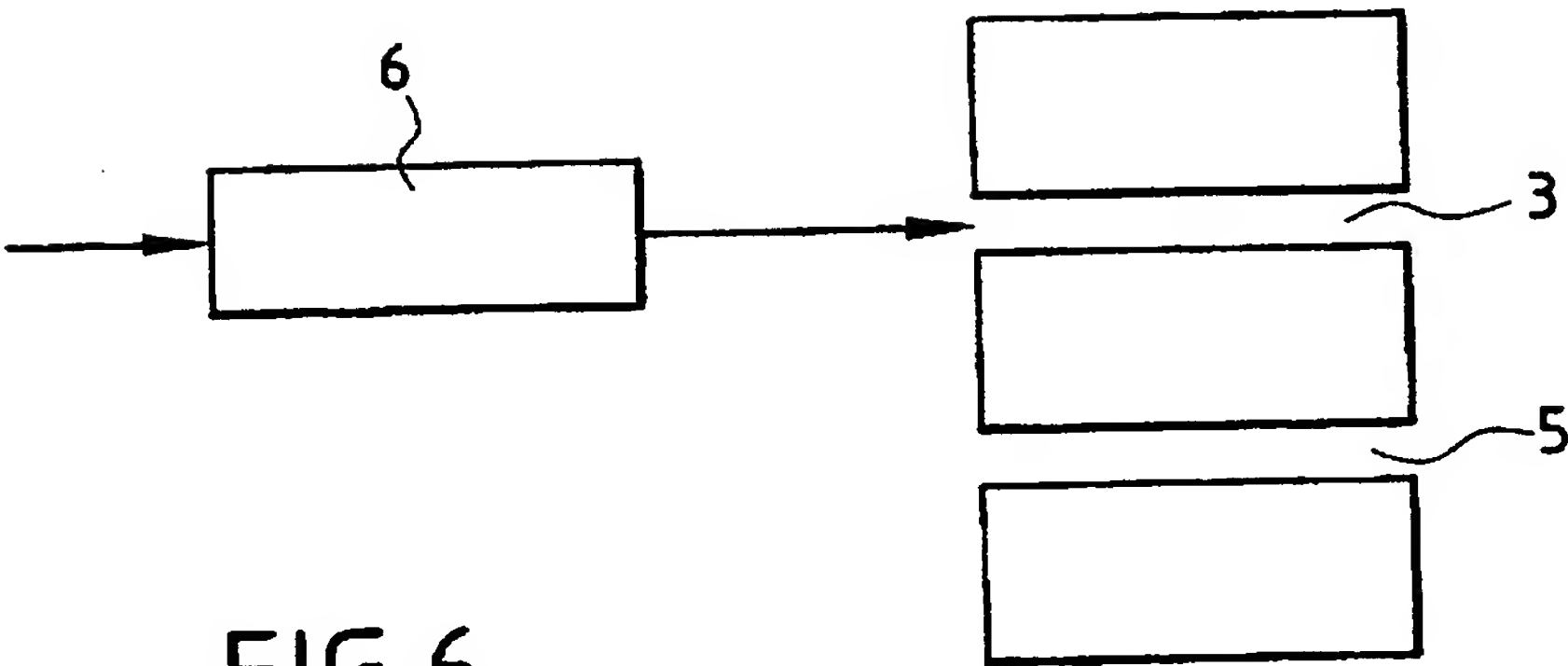


FIG. 4



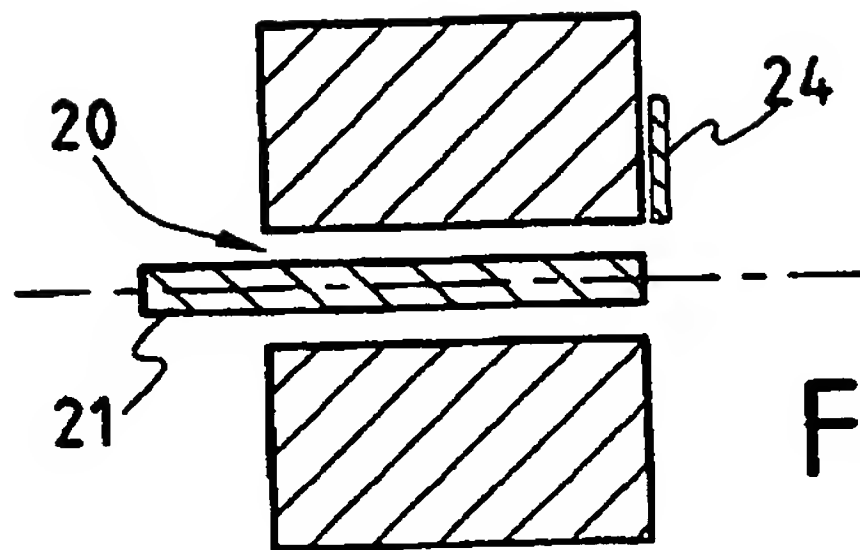


FIG. 10

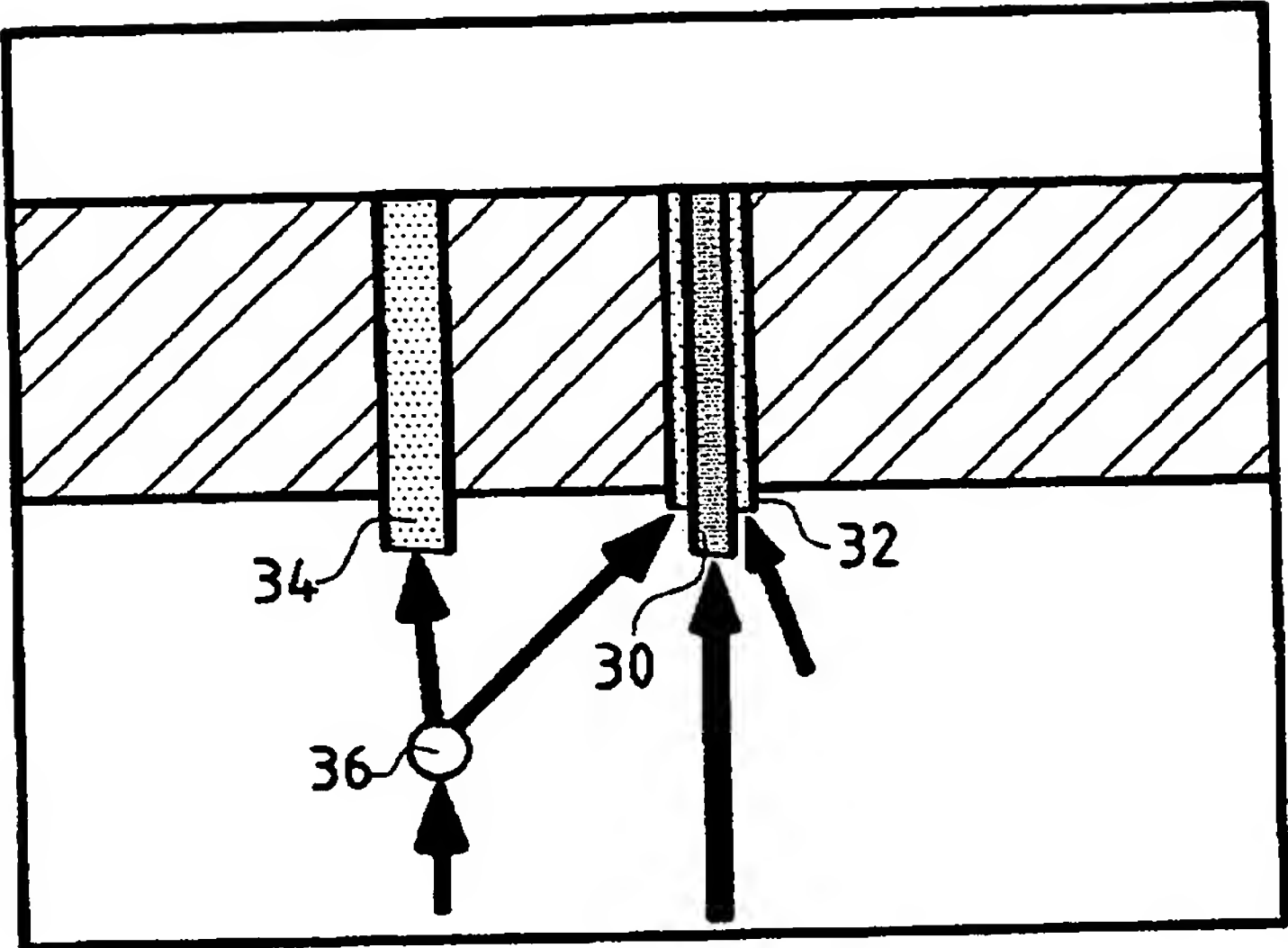


FIG. 11

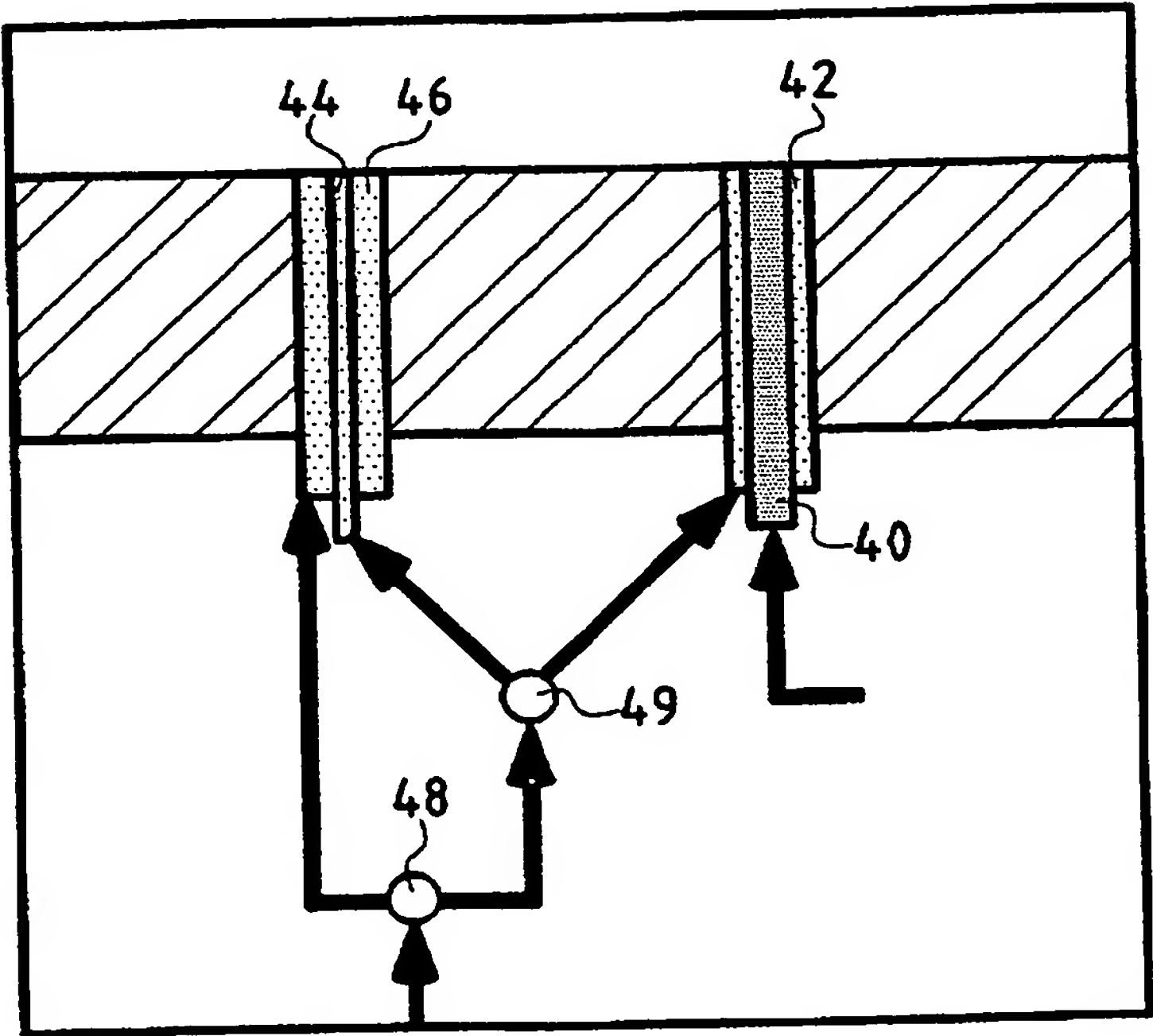


FIG. 12

5/5

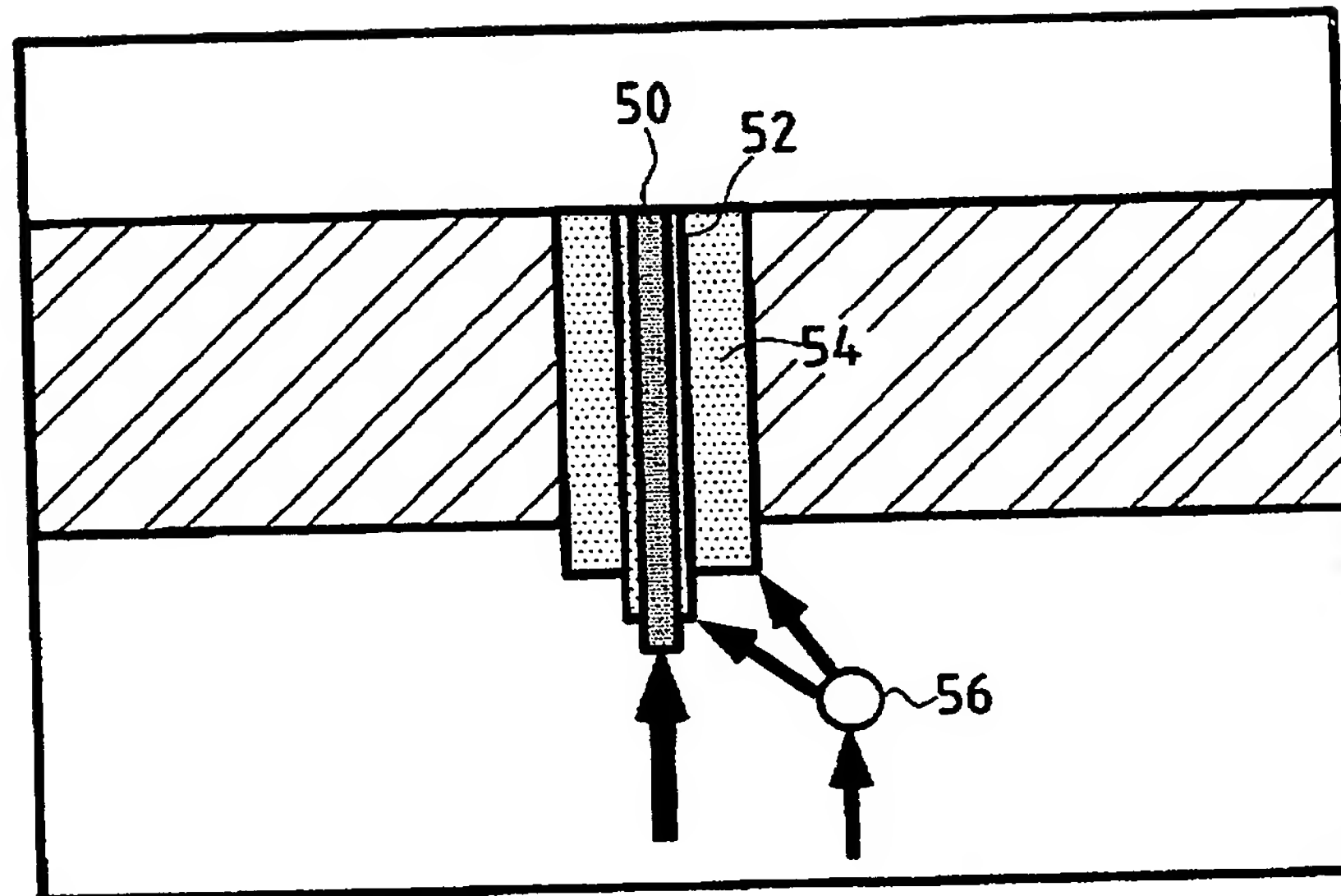


FIG. 13

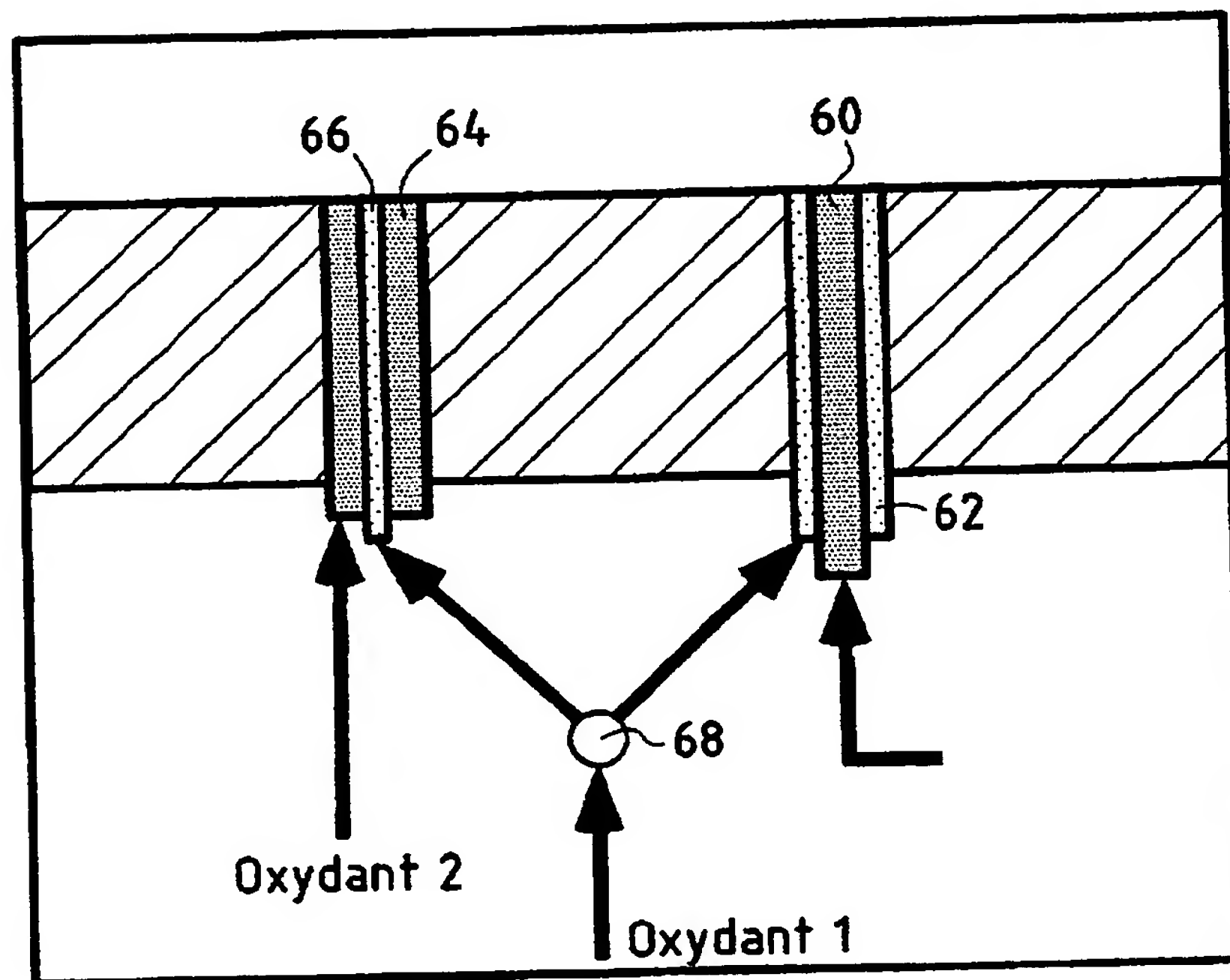


FIG. 14

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

2830606

N° d'enregistrement  
nationalFA 611039  
FR 0112859

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 5 217 363 A (BRAIS NORMAND ET AL) 8 juin 1993 (1993-06-08)	1,5-7, 11-13, 18-21, 23-29, 32, 34-39, 43-45	F23N5/00 F23N1/02 F23D14/32 F23D14/60 F23D14/66 F23C7/00 F23L15/00 F27D19/00
Y		15,16, 22,31, 40,41	
A	* colonne 1, ligne 6 - ligne 51 * * colonne 2, ligne 33 - ligne 39 * * colonne 3, ligne 56 - colonne 4, ligne 66 * * colonne 6, ligne 7 - ligne 38 * * figures 1-3 *	10	
X	US 6 290 487 B1 (VELKE WILLIAM H) 18 septembre 2001 (2001-09-18) * colonne 2, ligne 35 - ligne 50 *	1-3,29, 30	
X	US 6 126 438 A (FOSSEN ARNAUD ET AL) 3 octobre 2000 (2000-10-03)	17,33	F23D F23N
Y	* colonne 6, ligne 54 - colonne 7, ligne 36 * * colonne 8, ligne 52 - colonne 9, ligne 9 * * colonne 11, ligne 19 - ligne 32 * * figure 2 *	15,16, 22,40,41	
X	EP 0 763 692 A (AIR LIQUIDE) 19 mars 1997 (1997-03-19)	17,33	
A	* page 3, ligne 58 - page 4, ligne 37 * * figure 3 *	15,16	
		-/--	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
12 juin 2002		Coquau, S	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 12.99 (P04C)

# RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

2830606

FA 611039  
FR 0112859

1



**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0112859 FA 611039**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 2-06-2002  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5217363 A	08-06-1993	CA 2070971 A1	11-12-1993
US 6290487 B1	18-09-2001	AUCUN	
US 6126438 A	03-10-2000	AU 5882500 A	09-01-2001
		EP 1194719 A1	10-04-2002
		WO 0079182 A1	28-12-2000
EP 0763692 A	19-03-1997	US 5743723 A	28-04-1998
		EP 0763692 A2	19-03-1997
		JP 9166308 A	24-06-1997
US 4931013 A	05-06-1990	AUCUN	

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**